

JP-A-10-130801

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-130801

(43)Date of publication of application : 19.05.1998

(51)Int.Cl.

C23C 2/02  
C21D 1/76

(21)Application number : 08-283596

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 25.10.1996

(72)Inventor : YAGAWA ATSUHISA

## (54) PRODUCTION OF HOT-DIP PLATED STEEL SHEET EXCELLENT IN SURFACE QUALITY

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plating method capable of preventing the generation of unevenness in the glass of plating, deterioration in glossiness and unevenness in alloying reaction without deteriorating corrosion resistance, workability, coating adhesion, coating suitability or the like required for a hot-dip plated steel sheet and furthermore without reducing the line rate in plating operation and moreover capable of obtaining excellent surface quality even if the plating is applied in a state in which thin scale is present on the surface of the hot rolled steel sheet.

**SOLUTION:** At the time of passing a steel strip 1 through the inside of a hot-dip plating continuous furnace and thereafter applying it with plating in a hot-dip plating continuous bath, in the process after a cooling zone 5 in the hot-dip plating continuous furnace, the steel strip in the temp. range of 350 to 650° C is subjected to bending and unbending working in the ranges of  $\leq 300$ mm bend radius and 0 to 2% elongation percentage and is thereafter applied with hot-dip plating. In this producing process, the steel strip before entering into the hot-dip plating continuous furnace is composed of hot rolled one in which the thickness of scale on the surface is regulated to  $\leq 3\mu\text{m}$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-130801

(43) 公開日 平成10年 (1998) 5月19日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

C 2 3 C 2/02

C 2 3 C 2/02

C 2 1 D 1/76

C 2 1 D 1/76

E

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-283596

(22) 出願日 平成8年 (1996) 10月25日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 矢川 敦久

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住友  
金属工業株式会社内

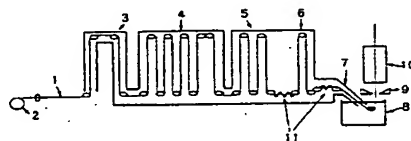
(74) 代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 表面品質に優れた溶融めっき鋼板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 溶融めっき鋼板に求められる耐食性、加工性、  
皮膜密着性、塗装性等を損なうことなく、また、めっき  
操業でのライン速度を低下させることなく、めっきの光  
沢むら、光沢度低下及び合金化反応むらの発生を防止す  
ることができ、また、熱延鋼板表面に薄いスケールが存  
在した状態でめっきしても優れた表面品質が得られるめ  
っき方法を提供する。

【解決手段】 鋼帯を溶融めっき連続炉内を通過させた  
後、溶融めっき浴でめっきするに際し、溶融めっき連続  
炉の冷却帯以降の過程で、350～650℃の温度範囲  
内にある鋼帯に、曲げ半径300mm以下、伸び率0～  
2%の範囲で曲げ、曲げ戻し加工を施した後、溶融め  
っきすることを特徴とする溶融めっき鋼板の製造方法、お  
よびこの製造方法において、溶融めっき連続炉に入る前  
の鋼帯が、表面のスケール厚さが3μm以下である熱延  
鋼帯であることを特徴とする表面品質に優れた溶融め  
っき鋼板の製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】鋼帯を溶融めっき連続炉内を通過させた後、溶融めっき浴でめっきするに際し、溶融めっき連続炉の冷却帯以降の過程で、350～650℃の温度範囲内にある鋼帯に、曲げ半径300mm以下、伸び率0～2%で曲げ、曲げ戻し加工を施した後、溶融めっきすることを特徴とする表面品質に優れた溶融めっき鋼板の製造方法。

【請求項2】溶融めっき連続炉に入る前の鋼帯が、表面のスケール厚さが3μm以下である熱延鋼帯であることを特徴とする請求項1記載の表面品質に優れた溶融めっき鋼板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車、家電、建材等の用途に広く用いられている溶融めっき鋼板、さらにはめっき後の熱処理により鋼板とめっき皮膜とを相互拡散させた合金化溶融めっき鋼板の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】鋼に添加された元素は、必ずしも鋼中で均一に存在しているとは限らず、熱間圧延までの高温工程やめっき前の焼鈍工程において不均一な分布となることがある。

【0003】特にSi、P、Mn等が添加されている場合は、溶融めっきの反応性に著しく影響を及ぼし、これら成分の表面濃化層の存在によりめっき濡れ性やめっき密着性に課題が生じる。また、めっき浴中およびめっき直後に進行する鋼板/めっき金属界面での初期合金化反応は、めっき被膜の光沢等の表面性状に影響する。したがって、添加元素の不均一分布により初期合金化むらは、めっき表面性状むらにつながり表面品質の低下を招く。さらに、この初期合金化むらは、めっき後の熱処理時の合金化反応の遅延や不均一合金化の問題をも有している。

【0004】これらの問題点を解決するために、プレめっきを施す方法や連続炉入側で鋼板表層を研削する方法等が提案されている。特公昭61-9386号公報には、プレめっきする方法として0.01～1μm厚のNiやCoめっきを、特開昭57-79160号公報には0.5g/m<sup>2</sup>以上のFeめっきを施すことにより、めっき濡れ性を改善し、合金化反応を均一化する方法が開示されている。しかし、これらの方法は、工程が増えることからコスト面で問題がある。

【0005】また、特開平3-61352号公報には、Si添加熱延鋼板を対象に、焼鈍前の鋼板表層を1～2g/m<sup>2</sup>程度研削することにより、表層の酸化層、成分濃化層を研削除去し、めっき外観及びめっき皮膜の密着性を改善する方法が開示されている。これらの方法により、相対的には改善効果が認められるが、絶対的にはま

だまだ不十分である。例えば、Siが積極的に添加されていない普通鋼熱延鋼板や冷延鋼板のめっき品質と比べると需要家の要望には耐えられない。

【0006】特公昭63-58225号公報には、鋼帯が酸化焼鈍後の炉内あるいはめっき浴中にある段階で、研磨、研削等の機械加工で鋼帯表面層を除去して新生面を付与することにより、合金化速度を促進させる方法が示されている。しかし、この技術は合金化溶融亜鉛めっきに限られた技術であること、また表面外観、表面形態を均一美麗化することには問題を有している。さらに、炉内で研磨、研削されて発生した鉄粉末は鋼板への押し込み疵の原因となりやすく、また浴中で研磨、研削された場合は浴中のドロスの増加につながり、めっき品質を低下させることが懸念される。

【0007】ところで、溶融めっき用鋼板として冷延鋼板が多用されているが、めっき鋼板の用途によっては熱延鋼板も用いられる。熱延鋼板にめっきを施す場合は、熱延工程で生成したスケールを予め除去しておかなければならない。従って、熱延鋼板のめっきの効率化及び低コスト化を図るためには、熱延鋼板の酸洗工程の高速化、更には酸洗工程の省略が課題の一つとなる。そのため、熱延仕上りの表面スケールを薄くする技術が必要であり、いくつかの技術が提案され、一部実用化されている。しかしながら、熱延仕上がり状態で、完全にスケールのない鋼板は得られないので、いずれの従来方法においても熱延後酸洗によるスケール除去が必要となる。

【0008】特開平8-49054号公報では、スケール付きの熱延鋼帯を還元焼鈍した後に、めっき浴内入側で表面に凹凸を有するロールで鋼板面を研磨して除去する方法が提案されている。この技術により、平滑なめっき皮膜の形成は可能となるが、この研磨により還元鉄が完全にかつ確実に除去できるかどうかという点に不安定因子があり、また、浴内のドロス増加、ひいてはドロス巻き込み欠陥の増加という問題が発生する。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】前記したようにSi、P、Mn等を添加した鋼板のめっきでは、熱延工程までの加熱時やめっき連続炉内での酸化・還元反応等で不均一に存在する可能性が高くなる。また、スケール不均一生成の影響で、めっき浴侵入前には還元鉄層の不均一分布も存在する。これらはいずれもめっき浴中での鋼板/めっき金属界面の合金化、拡散反応の不均一化につながり、めっき表面品質の不均一となる。

【0010】また、めっき連続炉内では、鋼板表面に擦り疵や押し込み疵等の表面凹凸欠陥が発生した場合、その形状及び表面歪の影響で、疵部に対応するめっき部で局所的な光沢むらが発生しやすい。更に、めっき後の熱処理による合金化反応の不均一が発生し、合金化後の色調及び表面形状の不均一につながる。

【0011】上記したように、熱延鋼板にめっきを行う場合、熱延後鋼板表面に生成したスケールを酸洗等により除去してからめっきを施すが、スケール除去後の鋼板表面は冷延鋼板に比べかなり凹凸になっている（以下、鋼板表面の凹凸の程度を粗度という）。粗度の大きい鋼板は、めっき後の表面の粗度度も低下し、また合金化反応むらが発生する。合金化反応むらが発生するとめっきの色調にむらが生じる。

【0012】この発明は、溶融めっき鋼板に求められる耐食性、加工性、皮膜密着性、塗装性等を損なうことなく、また、めっき操業でのライン速度を低下させることなく上記したようなめっきの光沢むら、光沢度低下及び合金化反応むらの発生を防止することができ、また、熱延鋼板表面に薄いスケールが存在した状態でめっきしても優れた表面品質が得られるめっき方法を提供することを課題とする。

【0013】なお、この発明では、光沢むら、光沢度低下及び合金化処理時の合金化反応むら（色調むら）がない外観のよいめっき鋼板を総称して表面品質に優れためっき鋼板という。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、溶融めっき鋼板に求められる耐食性、加工性、皮膜密着性、塗装性等を損なうことなく、まためっき操業でのライン速度を低下させることなくめっき鋼板の表面品質を改善する方法について鋭意実験検討を行った結果、次のような知見を得るに到った。

【0015】1) 溶融めっき鋼板及び合金化溶融めっき鋼板の表面品質を均一化、良好化するためには、S、i、Mn、P等の鋼中添加元素の不均一濃化、鋼板表面層の酸化、還元反応速度、反応量の分布の不均一さが溶融めっきに及ぼす影響を、少なくとも溶融めっき直前には除去しておかなければならない。

【0016】2) そのために、溶融めっき連続炉内の冷却帯以降の比較的溫度が低くなった鋼帯に、曲げ半径300mm以下で曲げ、曲げ戻し加工を施すことにより鋼帯表面に歪を付与するのが好ましく、その歪を維持したままの鋼帯をめっき浴中に侵入させるのがよい。

【0017】3) 熱延鋼帯に溶融めっきする場合、鋼帯表面に3 $\mu$ m以下の薄いスケールが存在した状態であっても、連続炉内の冷却帯以降の比較的溫度が低くなった鋼帯に曲げ、曲げ戻し加工を与えることにより鋼帯表面に歪を付与し、その歪を維持したままめっきすれば、めっきの表面品質は低下しない。

【0018】本発明はこのような知見に基づきなされたもので、その要旨は、「鋼帯を溶融めっき連続炉内を通過させた後、溶融めっき浴でめっきするに際し、溶融めっき連続炉の冷却帯以降の過程で、350～650℃の溫度範囲内にある鋼帯に、曲げ半径300mm以下、伸び率0～2%の範囲で曲げ、曲げ戻し加工を施した後、

溶融めっきすることを特徴とする溶融めっき鋼板の製造方法、およびこの製造方法において、溶融めっき連続炉に入る前の鋼帯が、表面のスケール厚さが3 $\mu$ m以下である熱延鋼帯であることを特徴とする表面品質に優れた溶融めっき鋼板の製造方法」にある。

【0019】ここで、上記溶融めっき鋼板とは、溶融めっきした後単に冷却して製品とする溶融めっき鋼板と、溶融めっき直後に熱処理を施し、鋼板とめっき皮膜間で相互拡散させた合金化溶融めっき鋼板の両者を示すものとする。

【0020】また、曲げ加工前の鋼板の長さをL、曲げ加工後の鋼板の長さをlとすると、伸び率は下記式により求めるものとする。

【0021】 $(1-l)/L \times 100 (\%)$

めっき鋼板の表面品質は、前記したように母材鋼板の表面性状により左右されるが、鋼板がめっき浴に入る直前に鋼板に曲げ半径300mm以下で曲げ、曲げ戻し加工（以下、単に曲げ加工と記す）を加え、鋼板表面に残留歪を付与することにより、母材鋼板の表面性状の悪影響を抑制、除去することができる。

【0022】この理由は明かではないが、鋼帯表面に均一な残留歪を付与することで、その歪により、鋼板とめっき界面での拡散反応が均一化し、従来有していた鋼板表層の不均一な形態、特性による影響を相対的に小さくできるためと考えられる。

【0023】また、熱延鋼板を母材とする場合に、表層スケールが3 $\mu$ m以下の厚みであれば、その鋼板表面に残留歪を与えた状態でめっきをすると良好な表面品質が得られる。その詳細な理由については不明であるが、還元帯を通過した後の鋼板を曲げ加工を与えることにより、表層のスケール還元体（Fe主成分）が加工され、空隙（もともとスケール内に存在する空隙とスケールが還元され変態する際に生成する空隙）が小さくなるためと推察される。また、この曲げ加工により付与した表面歪により、めっき反応性や合金化反応性がマクロ的に均一なものとなり、めっき皮膜外観も良好なものとなる。

【0024】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の方法を実施するのに用いるゼンジミア方式（または無酸化炉方式）の縦型めっきラインの側面図で、図2は、同方式の横型めっきラインの側面図である。

【0025】鋼板をめっきライン内で焼鈍するゼンジミア方式（または無酸化炉方式）では、図1あるいは図2に示すように、ペイオフリール2から供給された鋼帯1は、酸化炉（または無酸化炉）3を経て、加熱帯および均熱帯等の再結晶還元帯4に入り、次いで冷却帯5、低温保持帯6、スナウト7を通過してめっき浴8に入り、ガスワイピング等のめっき付着量制御装置9を通過後、冷却装置10又は合金化処理炉10を通過する。このめっき付着量制御装置を通過後冷却装置10で冷却すると、

いわゆる溶融めっき鋼板となり、めっき後合金化処理炉で加熱処理をすると合金化溶融めっき鋼板となる。

【0026】連続炉内で曲げ加工を実施する段階は、冷却帯以降の鋼帯温度が350℃以上650℃以下の比較的低温域である。

【0027】図1は、曲げ加工装置として冷却帯5とスナウトの入り側の2ヶ所にロールを千鳥状に配置したレベラを設けた例である。また、図2は冷却帯5、低温保持帯6およびスナウト入り側の3ヶ所にレベラを設けた例である。

【0028】鋼帯温度が650℃を超える再結晶還元帯以前で曲げ加工を行っても、歪付与効果が消失してしまう。また、冷却帯以降でも650℃を超えるところでは、残留表面歪量が低下し、その効果が小さくなるので、曲げ加工を施す鋼帯温度の上限を650℃とした。望ましくは600℃以下である。また、炉内で350℃未満に鋼帯温度を低下させると、めっき浴侵入までに再加熱を行わないとめっき濡れ性および反応性の不均一が生じ、めっき外観不良を招く。再加熱に時間とコストがかかるため、曲げ加工温度の最低温度を350℃とした。ただし、加工温度が350℃以上であれば、600℃以下の温度まで再加熱してめっき浴に浸入させても品質上なら問題ないので、曲げ加工後350～600℃の範囲内に再加熱してもよい。

【0029】なお、本発明の方法は、ここで示した縦型および横型の連続炉に限定されるものでなく、同様の工程を経る装置には全て適用できる。炉内の曲げ加工の装置11の設置位置や設置数も限定するものではない。本発明で規定する条件を満足させることができる装置であればよい。

【0030】さて、炉内での曲げ加工方法については特に限定されないが、板幅方向に均一な歪み付与を行う手法として例えば、レベラのようなロールによる曲げ加工が良好な手法であり、曲げ半径300mm以下で曲げ加工するのがよい。

【0031】曲げ半径が小さいほど、鋼板表層の歪が大きくなり、その効果が大きくなるが、曲げ半径が300mmを超えると歪量が小さくなるので、曲げ半径の上限を300mmとした。

【0032】上記のような曲げ加工により、鋼板に伸びを与えなくともよく、また曲げ、曲げ戻し加工時に張力を負荷することにより伸びを与えるとより効果的に歪を得ることができる。しかし、伸び率が2%以下で歪付与の効果が大きかった。伸び率の上昇に伴い表面歪量は増加するが、2%超では効果が飽和あるいは低下する傾向が認められた。したがって、伸び率の上限を2%とした。なお、必ずしも伸びを付与する必要がないのは、繰返し曲げ加工のみでも、鋼板の表面層に歪を付与することができるからである。

【0033】曲げ加工を、接触式（レベラーの場合ロー

ルと鋼帯とが接触）でおこなう場合、鋼帯に接触させる曲げツール（レベラーの場合ロール）の表面温度も350～650℃の範囲にしておくのが好ましい。加工時に鋼帯に発生し得る歪模様を抑制するには、曲げツールの表面温度を鋼帯温度の±40℃、好ましくは±20℃以内にするのが望ましい。

【0034】さらに、本発明の方法を用いると、熱延鋼板を母材とする場合などに、表層スケールが3μm以下の厚みであれば、酸洗により脱スケールすることなくそのまま溶融めっきラインにて良好なめっきが可能である。

【0035】溶融めっき連続炉に入る前の鋼帯の表面のスケール厚さを3μm以下にする理由は、下記の通りである。

【0036】①通常、3μm以下の厚みのスケールであれば、炉内の通板速度を低下させることなく連続炉内の還元帯で還元が可能である。

②スケールの厚さが3μmを超えると、連続炉でそのスケールを還元すると約0.5μm以上の還元鉄が生成され、めっき被膜の密着性が低下する。

【0037】したがって、連続炉に入る前の鋼帯の表面のスケール厚さの上限を3μm以下とした。めっきを施すのにはスケール厚が薄いほど好ましいので、熱間圧延後に酸洗することなく可能なだけ薄くすればよい。

【0038】連続炉に入る前の鋼帯の表面のスケール厚さを3μm以下にし、連続炉の冷却帯以降の過程で曲げ加工を加えると、めっき皮膜の密着性も大幅に改善される。その理由については定かではないが、還元帯を通過した後の鋼板を曲げ加工させることにより、表層のスケール還元体（Fe主成分）が加工され、空隙をなくすためと思われる。また、この曲げ加工により表面歪を付与せしめるため、めっき反応性や合金化反応性がマクロ的に均一なものとなり、めっき皮膜外観も良好なものとなる。

【0039】ここで、表層スケール厚を3μm以下とする方法としては、（1）熱延を低温（例えばα域）で圧下する、（2）高圧水によるデスケリングを熱間圧延の巻取り直前に実施する、（3）デスケリング後の鋼板を雰囲気シールし、スケールの成長を抑制する、等の方法がある。

【0040】以下、実施例により本発明の効果を詳細に説明する。

【0041】

【実施例】

（実施例1）表1に示す3種類の化学成分の鋼を溶製し、一般的な熱間圧延と冷間圧延で厚さ0.7mm、幅200mmの冷延鋼板を製造した。これらコイルを試験用連続めっき装置にて、焼鈍、続いて溶融めっきをおこなった。

【0042】

【表1】

表 1 鉄 Fe (重量%)

鋼種	C	Si	Mn	S	sol. Al	P	H	Ti	Nb
A	0.002	0.01	0.28	0.004	0.03	0.057	0.001	0.008	-
B	0.003	0.32	0.15	0.005	0.02	0.042	0.002	0.034	-
C	0.002	0.07	0.12	0.004	0.02	0.012	0.002	0.032	0.007

【0043】めっき後の光沢むらを目視観察すると共に、JIS Z 8741の規定に従い表面光沢度を測定した。さらに、一部めっき後に合金化処理を行い、色調を観察することにより合金化むらを評価した。

【0044】雰囲気還元焼鈍からめっきおよび合金化処理までの条件および評価方法は下記の通りであった。

【0045】1) 雰囲気還元焼鈍

雰囲気 : 26% H<sub>2</sub> + N<sub>2</sub>、露点=-60℃中  
温度、時間 : 800℃で60秒

2) 冷却過程での曲げ加工 (レベラ)

ロール表面 : ダル仕上 (ロール表面粗さ Ra=1.5±0.2 μm)

ロール直径 : 200mm (曲げ半径100~400mm)

4) めっき浴 (浴種2種類)

浴a : Zn-0.14%Al (浴温460℃)

浴b : Zn-55%Al-1.6%Si (浴温600℃)

浸漬保持時間 : 1秒 (各浴共)

5) めっき付着量

めっき付着量 : 70±10g/m<sup>2</sup>

浴引き上げ後、ワイピングガス (N<sub>2</sub>ガス) の圧力、流量を調整。

【0046】6) めっき後の冷却

ガスワイピングに続いて、めっき材にHeガスを吹き付け、めっき浴引き上げから凝固までの平均冷却速度を約-50~-70℃/secとした。

【0047】7) めっき外観評価

目視による光沢均一性評価

○ : 均一光沢、△ : ややむらあり、

× : むら多発

光沢度測定 (入射角=反射角=60°)

○ : 光沢度≥180%、△ : 120%<光沢度<180%、

× : 光沢度≤120%

8) 合金化処理

浴aを用いてめっきしたものについては、上記5の評価実施後に赤外加熱炉にて500℃大気下で合金化処理を行った。

【0048】9) 合金化処理材の色調評価

合金化処理後のめっき材 (皮膜中平均組成Fe=9~10重量%) にて、目視上の合金化 (色調) むらを判定。

【0049】○ : 色調均一、△ : やや色調むら、

× : 全面に色調むら

上記評価結果を表2に示す。

【0050】

30 【表2】

表 2

	鋼種	規格	炉内曲げ加工条件			めっき後の評価		合金化処理後の評価	めっき後侵入材温度
			温度℃	半径mm	伸び%	光沢むら	光沢度	色調むら	
本発明例1	A	a	650	100	1.2	○	○	○	450
2	"	"	580	250	0.4	○	○	○	"
3	"	"	510	300	2.0	○	○	○	"
4	"	"	480	200	0.9	○	○	○	"
5	"	"	470	150	0.1	○	○	○	"
6	"	"	360	100	0.3	○	○	○	350
比較例1	"	"	-	-	無*	×	△	△	450
2	"	"	700*	-	1.0	△	△	△	"
3	"	"	340*	-	0.2	×	△	×	320
本発明例7	B	"	650	200	1.3	○	○	○	450
8	"	"	490	100	0.5	○	○	○	"
9	"	"	440	250	0.8	○	○	○	420
比較例4	"	"	-	-	無*	×	△	×	450
5	"	"	680*	-	0.9	×	×	×	"
6	"	"	290*	-	0.4	×	×	×	280
本発明例10	C	"	590	150	1.8	○	○	○	450
11	"	"	530	250	0.8	○	○	○	"
12	"	"	490	100	1.2	○	○	○	"
比較例7	"	"	570	-	3.0*	△	○	△	"
8	"	"	530	-	4.0*	△	△	△	"
本発明例13	A	b	630	200	0.7	○	○	-	"
14	"	"	600	100	1.1	○	○	-	"
15	"	"	520	300	1.8	○	○	-	500
比較例9	"	"	-	-	無*	×	△	-	450
10	"	"	640	-	5.6*	×	△	-	"
11	"	"	730*	-	1.8	×	△	-	"
本発明例16	B	"	640	100	0.8	○	○	-	"
17	"	"	610	150	0.1	○	○	-	"
比較例12	"	"	630	-	3.8*	×	△	-	"
13	"	"	730*	-	0.9	×	×	-	"
本発明例18	C	"	590	100	0.5	○	○	-	"
19	"	"	500	200	0.9	○	○	-	"
比較例14	"	"	600	-	2.8*	△	○	-	"
15	"	"	500	400*	1.0	△	○	△	450

\* 本発明で規定する範囲外を示す

【0051】同表より明かなように、本発明で規定する曲げ、曲げ戻し温度と伸び率を満足している本発明例は全て、光沢むら、光沢度低下及び合金化後の色調むらは発生しなかった。一方、炉内での曲げ加工を加えなかった比較例1、4、9は光沢むらが多発し、光沢度低下も少し発生した。伸び率が本発明の規定範囲内にあっても、曲げ加工温度の高い比較例の2、5、11および13は特に光沢むらが多発し、光沢度も好ましくないことが分かる。

【0052】（実施例2）熱間圧延後のスケールを酸洗により除去した表3に示す3種の化学成分の熱延鋼帯（幅150mm、厚さ3.6mm）を試験用連続脱脂、酸洗設備で脱脂、酸洗をおこないスケールを完全除去して乾燥させ、実施例1と同様の工程で溶融めっきを行い、めっき外観を評価した。各条件を以下に示す。

【0053】

【表3】

鋼種	残存Fe (重量%)							
	C	Si	Mn	S	sol.Al	P	N	Ti
D	0.002	0.04	0.23	0.009	0.02	0.015	0.002	0.008
E	0.003	1.69	0.18	0.005	0.02	0.042	0.002	0.034
F	0.045	0.36	0.10	0.004	0.05	0.034	0.001	0.010

【0054】1) 雰囲気還元焼鈍  
 雰囲気：26% H<sub>2</sub> + N<sub>2</sub>、露点=-60℃中  
 温度、時間：800℃で60秒。

2) 冷却過程での曲げ加工（レベラ）  
 ロール：ダル仕上ロール（ロール表面粗さRa=1.5±0.50 2μm）

ロール直径：200mm（曲げ半径100～400mm）

4）めっき浴（浴種1種類）

浴a：Zn-0.14%A1（浴温460℃）

めっき浸漬保持時間：1秒

5）めっき付着量

めっき付着量：100±10g/m<sup>2</sup>

浴引き上げ後、ワイピングガス（N<sub>2</sub>ガス）の圧力、流量を調整。

【0055】めっき後冷却、合金化処理法および各評価法は、実施例1と同じとした。評価結果を表4に示す。

【0056】

【表4】

表4

	鋼種	炉内曲げ加工条件			めっき後の評価		合金化処理後の評価	めっき後侵入温度℃
		温度℃	半径mm	伸び%	光沢むら	光沢度	色調むら	
本発明例1	D	580	250	1.5	○	○	○	450
2	"	540	100	0.8	○	○	○	"
3	"	510	100	2.0	○	○	○	"
4	"	460	150	1.2	○	○	○	430
比較例1	"	650	-	3.8*	△	△	△	450
2	"	340*	-	0.9	×	△	△	320
本発明例5	E	600	250	1.2	○	○	○	450
6	"	560	100	0.9	○	○	○	"
7	"	520	150	0.5	○	○	○	"
8	"	480	200	0.7	○	○	○	"
9	"	410	300	0.1	○	○	○	400
比較例3	"	-	-	無*	×	×	×	450
4	"	670*	-	1.1	×	△	×	"
5	"	670*	-	5.5*	×	×	×	"
8	"	550	-	4.2*	×	△	×	"
本発明例10	F	620	250	0.7	○	○	○	"
11	"	570	200	1.4	○	○	○	"
12	"	500	100	0.2	○	○	○	"
13	"	470	100	0.5	○	○	○	"
14	"	390	150	0.6	○	○	○	370
比較例7	"	-	-	無	×	×	×	450
8	"	690*	-	2.0	△	×	×	"
9	"	290*	-	0.1	×	△	×	280
10	"	500	-	5.1*	×	△	×	450
11	"	500	400*	1.6	△	△	△	480

\* 本発明で規定する範囲外を示す

【0057】表4より、炉内で曲げ加工を施さなかった比較例の3、7の表面品質は最も悪かった。これは、母材が熱延鋼板の酸洗材であり、母材の表面粗さに反映されたこと、及び鋼表面へのSi、Mn、P等の成分不均一濃化による不均一合金化反応が抑制できなかったものと思われる。また、熱延鋼板の表面粗さが粗かったため炉内搬送ロールとの局部接触による局部歪が付与されたことにより局部的に合金化反応が促進し、表面品質が低下したものと思われる。

【0058】一方、本発明例では全て光沢むら、光沢度低下及び色調むらは発生しなかった。これは、炉内での曲げ加工により、鋼板全面にほぼ均一に歪が付与されて、合金化反応が均一となったためと思われる。また、炉内曲げ加工を加えた比較例の4、5、8はそれぞれ曲げ加工温度が650℃以上と高かったため、鋼板表面に歪が蓄積されなかったため、曲げ加工の効果がでなかつ

たためよい表面品質が得られなかったと思われる。このように、めっき母材としては好ましくない熱延鋼板の酸洗材であっても、本発明の方法により表面品質の良好なめっき鋼板が得られる。

【0059】（実施例3）熱間圧延時のスケール厚を制御し、薄スケール化した熱延鋼板を、実施例1と同様の工程で溶融めっきを行った。めっき光沢むら、光沢度およびめっき密着性の評価を行った。各条件を以下に示す。

【0060】1）母材

真空溶解炉で表5に示す化学成分の鋼塊を溶製し、熱間圧延機で板厚3.6mmとなるよう圧延を実施した。この際、高圧水デスケーリングの水圧、デスケーリング実施時の材料温度、デスケーリング実施回数を操作することにより、スケール厚を調整した。

50 【0061】2）雰囲気還元焼鈍



雰囲気26% $H_2$ + $N_2$ 、露点=-60℃中800℃で60秒

3) 冷却過程での曲げ加工 (レベラ)

ダル仕上ロール (ロール表面粗さ $R_a=1.5\pm0.2\mu m$ )

ロール直径: 200mm (曲げ半径100~400mm)

4) めっき浴 (浴種1種類)

浴a:  $Zn-0.14\%Al$  (浴温460℃)

浸漬保持時間: 1秒

5) 付着量制御

[0062]

[表5]

表 5								
残部Fe (重量%)								
鋼種	C	Si	Mn	S	sol. Al	P	Ti	H
G	0.036	0.01	0.26	0.007	0.02	0.017	0.008	0.001
H	0.005	0.03	0.15	0.008	0.02	0.038	0.026	0.001

[0063] 浴引き上げ後、ワイピングガス ( $N_2$  ガス) の圧力、流量を調整し、めっき付着量を $100\pm10g/m^2$ とした。

[0064] めっき後冷却、合金化処理法については、実施例1と同様に行った。

[0065] 評価法については、光沢評価を実施例1あるいは2と同様に行う以外に、皮膜の密着性を接着剪断評価により行った。

[0066] 図3は、接着剪断引張試験片の作製要領を示す図である。同図(a)点線で示すように、めっき鋼板のほぼ中央部より幅25mm、長さ100mmのサンプルを各4枚 (各2組分) 切り出し、同図(b)に示すように接着貼り合わせ部 (斜線部) のラップ長を12.5mmとして構造用エポキシ系接着剤を用い、接着剤厚みが $150\mu m$ となるようにして貼り合わせ試験片とした。この試験片を加熱して貼り合わせ部の接着剤を乾燥させた後、接着剪断引張試験に供した。引張速度は、クロスヘ

ッドスピードで5mm/minとした。

[0067] 密着性評価基準は以下の通りとした。

[0068]

◎: 皮膜剥離無し (全面接着剤の凝集破壊)

○: 皮膜剥離がわずか (5%以下の面積率) に観察される

△: 皮膜剥離が10%以下の面積率で発生

×: 皮膜剥離が10%超の面積率で発生

××: 不めっき部が存在し、めっき部のほぼ全面が剥離

20 評価結果を表6に示す。同表より、スケール厚さが $3\mu m$ 以下の本発明例は、全て表面品質、めっき皮膜の密着性とも良好であることが分かる。しかし、めっき厚さが $3\mu m$ を超える比較例1、5は光沢むらの点では良いものの、合金化処理後の色調むら、密着性の点で好ましくなかった。

[0069]

[表6]

表 6

	鋼種	スケール厚 μm	炉内白け加工条件			めっき後の評価			合金化処理後の評価			めっき溶浸材価 て
			温度 ℃	半径 mm	伸び %	元状むら	元状厚	密着性	色調むら	密着性	て	
本発明例1	E	1.2	600	100	0.6	○	○	○	○	◎	◎	450
	2	2.9	570	200	1.3	○	○	○	○	◎	◎	〃
	3	0.5	550	150	0.1	○	○	○	○	○	○	〃
	4	2.4	540	100	1.1	○	○	○	○	◎	◎	〃
	5	1.8	510	250	1.8	○	○	○	○	◎	◎	〃
	6	1.0	460	300	0.4	○	○	○	○	◎	◎	〃
比較例1	〃	4.5*	500	—	1.0	○	○	×	△	△	△	〃
	2	1.9	—	—	無*	×	△	×	×	×	×	〃
	3	1.5	700*	—	1.5	×	△	×	×	×	△	〃
	4	2.1	420	—	3.5*	×	△	×	×	×	×	〃
本発明例7	F	2.6	590	100	1.7	○	○	○	○	◎	◎	〃
	8	0.4	550	150	1.3	○	○	○	○	◎	◎	〃
	9	1.6	520	200	0.4	○	○	○	○	◎	◎	〃
	10	2.7	480	250	0.2	○	○	○	○	○	○	〃
	11	1.8	540	300	5.8	○	○	○	○	◎	◎	〃
	12	0.9	350	100	0.7	○	○	○	○	◎	◎	330
	12	0.9	350	100	0.7	○	○	○	○	◎	◎	450
比較例5	〃	3.2*	570	—	1.8	△	○	×	×	×	×	450
	6	0.9	—	—	無*	×	△	??	×	×	×	〃
	7	1.3	670*	—	1.8	×	△	??	×	×	×	〃
	8	2.1	560	—	4.3*	×	△	??	×	×	×	〃
	9	1.6	290*	—	0.7	×	×	×	×	×	△	270
	10	F	1.2	520	400*	△	△	△	△	△	△	440

\* 本発明で規定する範囲外を示す

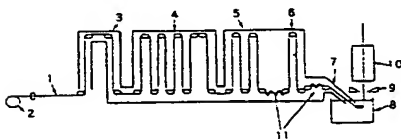
【0070】

【発明の効果】この発明の方法によれば、めっき母材の鋼板の表面性状（形状、疵、表面濃化成分等）の影響を受けることなく、溶融めっき後の外観が均一で美しい皮膜が得られ、また合金化処理反応が均一化することにより、外観はもちろんのこと品質の優れた皮膜が得られる。更に、本発明の方法では、鋼板表面に薄いスケールが存在した状態でも、めっき後の皮膜性能（外観、皮膜密着性等）に悪影響を及ぼすことなく良好なめっき皮膜が得られ、酸洗工程の省力化、省略化が可能であり、コスト的にも有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】ゼンジミア法（または無酸化炉法）の縦型ライン構成模式図である。

【図1】



【図2】ゼンジミア法（または無酸化炉法）の横型ライン構成模式図である。

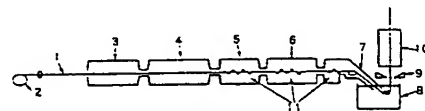
【図3】接着剪断試験供試材のサンプリングから接着の工程を示す図である。

【符号の説明】

- 1 鋼帯
- 3 酸化炉（無酸化炉）
- 4 還元帯
- 5 冷却帯
- 6 低温保持帯
- 7 スナウト
- 10 合金化処理炉または冷却装置
- 11 曲げ、曲げ戻し装置

40

【図2】



【図3】

